

METHOD FOR DETECTING SYNCHRONIZATION IN DATA TRANSMITTING DEVICE AND DEVICE THEREFOR

Patent number: JP11168446

Publication date: 1999-06-22

Inventor: SANO SEIICHI; AKIYAMA TOSHIYUKI; MIYASHITA ATSUSHI; TSUKAMOTO NOBUO

Applicant: HITACHI DENSHI LTD

Classification:

- International: H04J11/00; H04B7/26; H04L7/00

- european:

Application number: JP19970332855 19971203

Priority number(s):

Also published as:

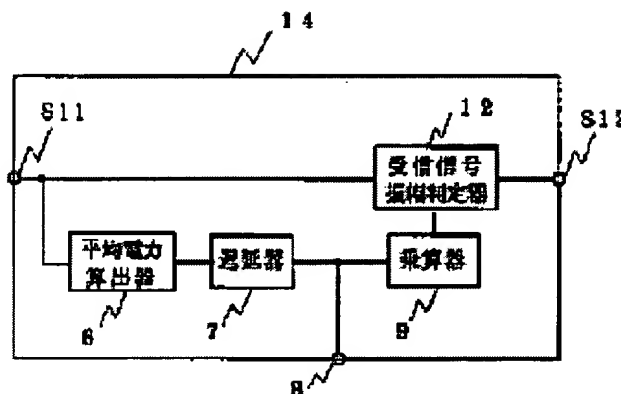
US 6246735 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP11168446

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable stable synchronization detection to be executed even in a transmission path with an unfavorable condition by changing a threshold value for judging the magnitude of power in a receiving signal in accordance with the average power value of data symbols among the synchronizing symbol group of the receiving signal, where a non-signal period (null section) is not included.

SOLUTION: The receiving signal power value obtained from the receiving signal is given to the input terminal S11 of an adaptive receiving signal level judging equipment 14 and an average power calculator 6 obtains the average power value at every symbol, for example, based on the receiving signal power value. Moreover, a delay equipment 7 executes a prescribed delay in the obtained average power value and outputs it as a delay average power value. Then, a multiplier 9 multiplies the delay average power value by a prescribed coefficient value so as to output it as the threshold value corresponding to the average power value of the receiving signal. A receiving signal amplitude judging equipment 12 compares the inputted receiving signal power value with a level variable threshold value corresponding to the average power value of the receiving signal which is outputted from the multiplier 9 and outputs the result from an output terminal S12.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan



F1339

(5)

(2)

特願平000-359949号

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-168446

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

H 0 4 B 7/26

H 0 4 L 7/00

F

H 0 4 L 7/00

H 0 4 B 7/26

N

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-332855

(71) 出願人 C00005429

日立電子株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(22) 出願日

平成9年(1997)12月3日

(72) 発明者 佐野 誠一

東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式
会社小金井工場内

(72) 発明者 秋山 俊之

東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式
会社小金井工場内

(72) 発明者 宮下 敦

東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式
会社小金井工場内

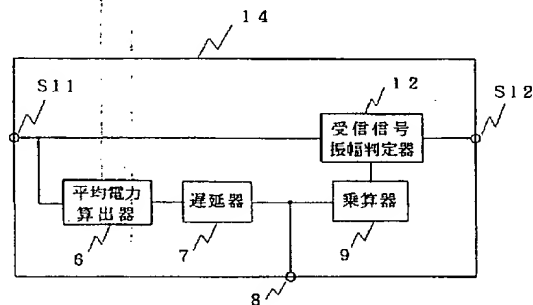
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ伝送装置の同期検出方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 大きな雑音が混入したり、マルチパスフェージングが発生して受信信号のレベルが変動しても、確実に、ヌル区間を検出することができ、悪条件の伝送路でも、安定した同期検出ができるデータ伝送装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 デジタル変調方式を用いたデータ伝送装置において、送信側で伝送信号に所定間隔毎に所定の同期シンボル群を挿入して送信し、受信側で当該伝送信号の受信信号電力値を求め、該受信信号電力値の大きさから上記同期シンボル群の内の無信号期間(ヌル区間)を検出判定する場合、当該ヌル区間の検出判定の基準となるしきい値を上記受信信号電力値における所定期間の平均電力値に基づき算出し、上記伝送信号の受信信号レベルに応じた当該しきい値を用いて同期検出を行うようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル変調方式を用いたデータ伝送装置において、送信側で伝送信号に所定間隔毎に所定の同期シンボル群を挿入して送信し、受信側で当該伝送信号の受信信号電力値を求め、該受信信号電力値の大きさから上記同期シンボル群の内の無信号期間(以下、ヌル区間という)を検出判定する場合、当該ヌル区間の検出判定の基準となるしきい値を、上記受信信号電力値における所定期間の平均電力値に基づき算出し、上記伝送信号の受信信号レベルに応じた当該しきい値を用いて同期検出を行うことを特徴とするデータ伝送装置の同期検出方法。

【請求項2】 直交周波数分割多重変調方式を用いたデータ伝送装置であって、送信側にて伝送信号に所定間隔毎に所定の同期シンボル群を挿入しておき、受信側にて受信した当該伝送信号の受信信号電力値を求め、該受信信号電力値の大きさから上記同期シンボル群の内の無信号期間(ヌル区間)を検出判定し、この判定結果に基づき上記受信側における同期再生を行うデータ伝送装置において、上記受信信号電力値における所定期間の平均電力値を求める平均電力値算出手段と、求めた当該平均電力値を所定期間遅延し遅延平均電力値を得る遅延手段と、該遅延平均電力値に基づき上記ヌル区間の検出判定を行うためのしきい値を算出するしきい値算出手段と、上記伝送信号の受信信号と上記算出したしきい値とを比較する比較手段を有し、上記伝送信号の受信信号レベルに応じたしきい値を用いて同期再生を行うことを特徴とするデータ伝送装置。

【請求項3】 上記平均電力値算出手段における平均電力値の算出を、上記伝送信号のシンボル周期のN倍(Nは自然数)毎に行うことを特徴とする請求項2に記載のデータ伝送装置。

【請求項4】 上記遅延手段における平均電力値の遅延を、上記伝送信号のシンボル期間のc倍(cは正の実数)の遅延とし、該遅延平均電力値を上記しきい値算出に用いることを特徴とする請求項2または3に記載のデータ伝送装置。

【請求項5】 上記しきい値算出手段において、上記遅延平均電力値をpとすると、 $p \times a + b$ (a, bは実数)に基づき、上記しきい値を算出することを特徴とする請求項2, 3または4に記載のデータ伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル変調方式を用いたデータ伝送装置の同期検出方法およびこの同期検出方法を適用したデータ伝送装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、移動体や地上系のデジタル無線通信用の多重方式として、マルチパスフェージングやゴ

ーストに強いという特徴を有する直交周波数分割多重伝送方式(Orthogonal Frequency Division Multiplex: OFDM方式)が注目されている。この方式は、互いに同じ周波数間隔 f_s をもって配置された、数十～数百種類の多数本の搬送波を、それぞれシンボル周波数 $f_{sy} (= 1/T_{sy})$ でデジタル変調した信号、すなわち、OFDM信号(直交周波数分割多重変調信号)を用いて情報符号を送信する方式である。この方式で変調送信された伝送信号を、受信側で受信し復調する場合、まず、受信したOFDM信号から同期を再生する必要がある。そのため、送信側で、前もってデータ伝送処理の単位であるフレームの最初に無信号期間であるヌル区間と、所定期間に伝送帯域の最大周波数から最小周波数まで変化する信号成分を持つスweep信号等の同期シンボル群を挿入し、受信側でこれらを検出して同期を再生する方式が提案(テレビジョン学会技術報告 VOL.19, NO.18-1995年8月発行)されている。また、ヌル区間を検出する具体的な方法の一例としては、本出願人の発明に係る特願平9-155591号に記載の発明がある。

【0003】 以下、この例を図3を用いて、簡単に説明する。図3に示す受信側で受信されたOFDM信号は、RF/IF復調部61においてベースバンドの信号に変換され、ベースバンドOFDM信号を得る。このベースバンドOFDM信号の模式波形を、図4の(g)に示す。このベースバンドOFDM信号は、A/D変換器62でA/D変換された後、電力算出器15に輸入され、受信信号電力値が求められる。電力算出器15で求められた受信信号電力値は、受信信号レベル判定器10の入力端子S11に輸入される。入力端子S11に輸入される受信信号電力値の模式波形を、図4の(h)に示す。この電力値は、受信信号振幅判定器12(構成は図示されていないが、例えば汎用論理IC74LS85等で実現できる)において、受信信号振幅判定レベル設定器13に予め設定された所定の判定レベルと比較される。

【0004】 この受信信号振幅判定器12は入力端子S11に輸入される受信信号電力値が受信信号振幅判定レベル設定器13に設定された判定レベルよりも小さいとき、「L」レベル、大きいときは「H」レベルを出力する。この受信信号振幅判定器12の出力は、出力端子S12に出力される。出力端子S12の模式波形を、図4の(j)に示す。ここで、図4(g)に示すベースバンドOFDM信号のヌル区間N1, N2は、電力値が0のため、ヌル区間の判定結果は、図4(j)に示すように、連続した「L」レベルになる。つまり、この方式では、「L」レベルが所定の長さ連続するとき、ヌル区間の存在を確認し、同期の再生を行うものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このようなデータ伝送装置を運用中に移動すると、受信部側で受信した信号に

雑音が混入してC/N比が低下したり、フェージングでレベル変動が生じる場合がある。受信信号のレベル変動は、通常、RF/IF復調部61に、AGC (Auto Gain Control)回路を設けて低減している。しかし、受信信号のレベル変動の周期が広い場合、AGC回路が想定される短い周期のレベル変動から長い周期のレベル変動まで、十分追従できないことがある。そのため、AGC処理後も、信号にレベル変動が残る。例えば、AGC処理後の受信信号レベルの変動が、標準の信号レベル ± 3 dBであるとすると、受信信号レベルは、標準信号レベルの2倍から1/2倍の範囲で変動することになる。

【0006】以下、前述の受信信号のヌル区間の電力値と、受信信号振幅判定レベル設定器13に設定された所定の判定レベル(しきい値)の関係を図6を用いて説明する。図6(m)は、レベル変動の生じていない場合の受信信号電力値の一例を示したもので、115はヌル区間を示す。ここで、ヌル区間を判別検出するため、上記しきい値45を、データ伝送区間の受信信号電力値とヌル区間115の受信信号電力値の中間の値に設定することにより、図6(m)の場合は、受信信号電力値がしきい値以下である時間が所定の長さ続くので、ヌル区間が検出できる。しかし、前述のように受信信号電力値は変動する。例えば、図6(n)のように、図示しないAGC回路のゲイン変動によって、受信信号レベルが大きくなり、かつヌル区間の雑音も大きくなると、ヌル区間115の受信信号電力値がしきい値45を越えてしまう。このため、ヌル区間の受信信号電力値が、所定の期間連続してしきい値レベル以下にならなくなる。その結果、ヌル区間が検出できないという問題が生じる。このように、受信信号電力値の大きさを判定するしきい値を固定値とすると、受信信号電力値が変動した場合、ヌル区間の検出ができなくなる場合が生じる。

【0007】ここで、受信信号のレベル変動や、雑音が混入した場合の受信信号電力値と、受信信号電力値の大きさを判定するしきい値の関係を図7に示し、説明する。図7の横軸は受信信号電力値(Pin)で、縦軸は受信信号電力値の大きさを判定するしきい値(Thd)である。図7のT1は、雑音が少ない時(C/N比: 数十dB)の受信信号電力値に対応し、ヌル区間の検出が可能な最大限界のしきい値である。T2は、雑音が混入した時(C/N比: 例えば0 dB)の受信信号電力値に対応し、ヌル区間の検出が可能な最大限界のしきい値を示す。また、T3は、雑音が混入した時の受信信号電力値に対応し、ヌル区間の検出が可能なしきい値の最下限である。そしてT4は、雑音が少ないときの受信信号電力値に対応し、ヌル区間の検出が可能なしきい値の最下限である。図7から明らかなように、雑音の混入を考慮すると、ヌル区間の検出ができるしきい値の設定範囲は、T2とT3で囲まれた範囲内であって、実際に設定するしきい値は、T2とT3の中間であるT5に設定すれば

よいことが分かる。本発明はこれらの欠点を考慮し、大きな雑音が混入したり、マルチパスフェージングが発生して受信信号のレベルが変動しても、確実に、ヌル区間を検出することができ、悪条件の伝送路でも、安定した同期検出ができるデータ伝送装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、受信信号電力値の大きさに応じて、しきい値を図7のT5のように可変するようにしたものである。即ち、デジタル変調方式を用いたデータ伝送装置において、送信側で伝送信号に所定間隔毎に所定の同期シンボル群を挿入して送信し、受信側で当該伝送信号の受信信号電力値を求め、該受信信号電力値の大きさから上記同期シンボル群の内の無信号期間(ヌル区間)を検出判定する場合、当該ヌル区間の検出判定の基準となるしきい値を上記受信信号電力値における所定期間の平均電力値に基づき算出し、上記伝送信号の受信信号レベルに応じた当該しきい値を用いて同期検出を行うようにしたものである。

【0009】また、直交周波数分割多重変調方式を用いたデータ伝送装置であって、送信器にて伝送信号に所定間隔毎に所定の同期シンボル群を挿入しておき、受信器にて受信した当該伝送信号の受信信号電力値を求め、該受信信号電力値の大きさから上記同期シンボル群の内の無信号期間(ヌル区間)を検出判定し、この判定結果に基づき上記受信器における同期再生を行うデータ伝送装置において、上記受信信号電力値における所定期間の平均電力値を求める平均電力値算出手段と、求めた当該平均電力値を所定期間遅延し遅延平均電力値を得る遅延手段と、該遅延平均電力値に基づき上記ヌル区間の検出判定を行うためのしきい値を算出するしきい値算出手段と、上記伝送信号の受信信号と上記算出したしきい値とを比較する比較手段を有し、上記伝送信号の受信信号レベルに応じたしきい値を用いて同期再生を行うようにしたものである。

【0010】また、上記平均電力値算出手段における平均電力値の算出を、上記伝送信号のシンボル周期のN倍(Nは自然数)毎に行うようにしたものである。また、上記遅延手段における平均電力値の遅延を、上記伝送信号のシンボル期間のc倍(cは正の実数)の遅延とし、該遅延平均電力値を上記しきい値の算出に用いるようにしたものである。さらに、上記しきい値算出手段において、上記遅延平均電力値をpとすると、 $p \times a + b$ (a, bは実数)に基づき、上記しきい値を算出するようにしたものである。

【0011】その結果、受信した信号のレベルに応じてしきい値を可変することができる。つまり受信信号レベルが小さい場合はしきい値が下がり、大きい場合はしきい値が上がるため、受信信号のレベルが変化したときで

も、ヌル区間の検出が可能になる。また、受信信号の所定のシンボル期間の平均電力値を算出し、この平均電力値を用いてヌル区間の検出を行っているため、数シンボル時間程度の短い周期でのレベル変動(例えば、フェージングに追従するAGCの残留レベル変動等)を吸収でき、ヌル区間の検出確度が向上する。さらに、所定シンボル期間遅延した遅延平均電力値からヌル区間の検出判定を行うしきい値を算出しているため、このしきい値はデータシンボル期間における平均電力値となり、ヌル区間の平均電力値(ほぼ、値「ゼロ」)を使用しないのでヌル区間が確実に検出できる。また、あらかじめ定めた換算式に基づき、平均電力値から算出するしきい値をシフトしているため、受信信号のレベルが変動した場合も、しきい値が受信信号のレベルに追従するので、ヌル区間が確実に検出できる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明のヌル区間の判定検出の第1の実施例を図1を用いて説明する。ここで、14は受信部側に設けられた受信信号レベル判定器で、受信した信号の電力値と所定のしきい値を比較し、受信信号電力値がしきい値よりも小さい期間が所定の長さ連続するか否かを判定し、ヌル区間を検出するものである。この例は、受信信号の電力の大きさに応じて、しきい値を可変できるようにしたものである。まず、受信部側において受信した受信信号から求めた受信信号電力値は、適応型の受信信号レベル判定器14の入力端子S11に与えられる。そして、平均電力算出器6にて、入力端子S11に供給された受信信号電力値を基に、例えば、1シンボル毎に、その平均電力値が求められる。

【0013】更に、遅延器7において、平均電力算出器6で求められた平均電力値に所定の遅延(例えば、1シンボル期間)が施され、遅延平均電力値となって出力される。そして、乗算器9において、この遅延平均電力値に所定の係数値が乗算され、受信信号の平均電力値に応じたしきい値となり、受信信号振幅判定器12に出力される。なお、遅延平均電力出力8は遅延器7の出力である。ここで、受信信号振幅判定器12において、入力端子S11に入力された受信信号電力値が、乗算器9から出力される受信信号の平均電力値に応じた、レベル可変のしきい値と比較され、その結果が出力端子S12から出力される。

【0014】以下、この平均電力算出器6の具体的な一実施例を図11を用いて説明する。平均電力算出器6の入力端子31に与えられた受信信号電力値(図1の入力端子S11に入力される信号)は、加算器34と積和フリップ・フロップ(F・F)35により構成される、巡回型の積算器で積算される。求められた積算結果は、除算器36において初期化信号32(一定間隔で入力)の発生間隔に応じて除算される。そして、当該除算結果は、フリップ・フロップ(F・F)37に初期化信号32によって

取込まれ、出力端子33から出力される。ここで、初期化信号32は、一例として、受信部がもつシステムクロックから生成したシンボルタイミングとする。また、積和フリップ・フロップ35はループが組まれているので、初期化信号32により、積和フリップ・フロップ35は初期化(リセット)される。

【0015】次に、図1の遅延器7が必要とされる理由について、図2を用いて説明する。まず、図1の適応型受信レベル判定器14の入力端子S11に受信信号電力値が入力される。この受信信号電力値を図2の(a)に示す。ここで、(N-1),(N),(1),(2),(3)は、データシンボルの番号を表す。また、(N)と(1)の間が、ヌル区間115である。次に、平均電力算出器6にて、入力端子S11に入力される受信信号電力値の1シンボル毎の平均電力値が求められる。該平均電力値を図2(b)に示す。なお、ここで、図2(b)に示す1シンボル毎の平均電力値を求めるタイミングは、図2(a)の受信信号の実際の各シンボルタイミングと一致していない状態を示している。そして、この求めた平均電力値に基づいて、入力端子S11に入力される受信信号におけるヌル区間を検出・判定するためのしきい値を求める。ここで、ヌル区間を正しく判定するためには、図2のしきい値確定区間114で示す区間、すなわち受信信号のヌル区間115の前後1シンボル程度の区間について、データシンボルにおける同数の区間の平均電力値から求めたしきい値と当該受信信号電力値を比較して、受信信号電力値の大きさを判定する。

【0016】つまり、受信信号電力値の判定を誤らないようにするためには、平均電力値がほぼゼロとなるヌル区間115を含む区間116、116'の平均電力値117,117'が、しきい値確定区間114に入り込まないようにする必要がある。何故ならば、図2(a)に示すヌル区間115の受信信号電力値は、ほぼゼロになるので、平均電力算出器6で求められる、図2(b)のヌル区間を含む区間116,116'の平均電力値117,117'もゼロに近い値になり、このままでは、平均電力値がゼロ近い値となる平均電力値117の区間が、しきい値確定区間114に入り込む。そこで、この点を改善するため、図1の遅延器7において、平均電力算出器6で求めた平均電力値を、所定期間(ここでは1シンボル)だけ遅延させる。この遅延平均電力値を図2(c)に示す。そして、この遅延平均電力値を用いてしきい値を決定するので、しきい値確定区間114の間、すなわち、ヌル区間を含む区間で発生する、平均電力値がゼロに近い値となる平均電力値117を、ヌル区間を検出するときのしきい値として使用しないようにすることができる。

【0017】次に、遅延器7の出力である遅延平均電力値は、乗算器9において、後述するようにレベル変換され、ヌル区間を検出・判定するためのしきい値を得る。

このしきい値を図2の(d)に示す。そして、受信信号振幅判定器12において、入力端子S11に入力される受信信号電力値(図2の(a))と乗算器9の出力であるしきい値(図2の(d))とを比較して、受信信号電力値の電力の大きさを判定し、出力端子S12に判定結果を出力する。ここで、図2の(a)の受信信号電力値と図2の(d)のしきい値を重ねた波形を図2の(e)に、また、この比較結果を図2の(f)に示す。この例では、「L」が連続(所定の期間)した区間をヌル区間と判定する。なお、図2の(c)のヌル区間を含む区間の平均電力値1.17が、ゼロに近い値であるため、この値をしきい値とした区間の受信信号振幅判定器12の出力は、図2の(f)に示す如く、レベル判定値1.18のように「H」が続く。よって、ヌル区間を含む区間の平均電力値1.17がゼロに近い値であることが、ヌル区間の検出動作に悪影響は与えない。

【0018】ここで、遅延器7の出力である遅延平均電力値を乗算器9においてレベル変換する理由について説明する。すなわち、受信信号のレベル変動が少なく、ヌル区間への雑音の混入も少ない場合は、図2の(e)に示すように、ヌル区間1.15と前後のデータシンボルにおける受信信号電力値の差が大きいため、図2の(c)に示す遅延平均電力値をそのまま、しきい値として用いても、図2の(f)に示すように、受信信号振幅判定器12の出力は所定期間「L」となり、ヌル区間を検出することができる。しかし、受信信号のレベル変動が大きくなり、ヌル区間への雑音の混入も多くなった場合、ヌル区間と前後のデータシンボルにおける受信信号電力値の差が少なくなるため、図5の(r)に示すように、遅延器7の遅延平均電力値をそのまま、しきい値として用いると、ヌル区間1.15において受信信号電力値がしきい値を超える部分が発生してしまい、図5の(s)に示すように、受信信号振幅判定器12の出力は、所定期間「L」とはなくなり、ヌル区間を検出することができなくなる。

【0019】そこで、図2の(c)に示す、遅延器7の遅延平均電力値をPとした場合に、乗算器9で、 $P \times a + b$ のレベル変換処理を施す。ここで、a、bは実数で、この例では、 $a = 1/2$ 、 $b = 3$ とする。すなわち、受信信号電力値のレベル変動、ヌル区間への雑音の混入に応じて、遅延器7の遅延平均電力値を、ヌル区間の受信信号電力値とデータシンボルにおける受信信号電力値の中間レベルになるよう、レベルシフトする。これによって、図5の(t)に示すように、ヌル区間1.15において受信信号電力値が、このレベルシフトされたしきい値をほとんど超えなくなるため、図5(u)に示すように、受信信号振幅判定器12の出力は、所定期間「L」となり、このような場合にも、ヌル区間を確実に検出することができるようになる。以上のように、しきい値を受信信号電力値に応じて可変することにより、雑

音の混入の大きいときやマルチパス・フェージングが発生したときでも、ヌル区間を確実に検出することができる。

【0020】次に、本発明の第2の実施例を図8に示し説明する。図8は、一定周期毎にヌル区間の挿入された伝送信号を受信し、この受信信号の電力値を求め、求めた電力値の大きさを比較器で判定して前述のヌル区間を検出し、受信信号と同期をとるディジタルデータ伝送装置の受信部側の復調部の同期検出部を示したもので、前述の第1の実施例(図1)を組み込んだ例である。図示しない受信部側の復調部で受信した伝送信号をA/D変換し、ディジタル変換されたディジタル受信信号が入力端子1に与えられる。この入力端子1に与えられたディジタル受信信号は、電力算出器15で平均電力値が求められる。そして、適応形受信レベル判定器14で、平均電力値の大きさが判定される。判定された信号は、所定のしきい値より大きければ「H」レベル(または「L」レベル)、しきい値より小さければ「L」レベル(または「H」レベル)となる。ここで、適応形受信レベル判定器14の出力そのものは、前述のように、受信信号の大きさを判定するだけなので、「H」レベルまたは「L」レベルが、所定の長さ(時間)続くか否かの判定はされていない。

【0021】そこで、ヌル区間判定器19において、受信レベル判定器14の出力レベルを調べ、「H」レベルあるいは「L」レベルが、所定の長さ(時間)、続いているか否かを判定し、これによってヌル区間の有無を判定する。なお、ヌル区間判定器19は、「H」レベルあるいは「L」レベルが、所定の長さ(時間)、続いているか否かを判定するものの他、1シンボル期間の中に「H」レベルあるいは「L」レベルの期間が、合計で所定の長さ(時間)以上あるか否かを判定し、これによりヌル区間の有無を判定するものであっても良い。以上のような構成から、受信信号電力値に応じて可変したしきい値で受信信号電力値の大きさを判定することによって、「H」レベルあるいは「L」レベルが所定の長さ(時間)連続するヌル区間を、確実に検出することができる。

【0022】次に、本発明の第3の実施例を、同じく図8を用いて説明する。この例は平均電力を用いて、送信部と受信部の同期を再生する構成を示したものである。前述の第1、第2の実施例では、受信部で受信した信号からヌル区間を検出し、おおよその同期位置を合わせることができる。しかし、受信部で受信信号を正しく復調するためには、受信部において、受信した受信信号のクロック周期の精度まで同期位置を合わせ込む必要がある。その一方式として、送信部において、伝送する送信信号に、ヌルシンボルの他に、時間軸上の特定の時点を示し示すための同期シンボルを挿入する。当該挿入される信号としては、所定の最大周波数から最小周波数まで変化するスイープ信号やP.N符号等がある。

【0023】以下、図9の(p)に示すように、ヌルシンボルに続いてスweepシンボルを挿入した場合を例にして説明する。ここで、スweep信号に含まれる周波数成分を図9の(q)に示す。まず、受信部では、受信部に設定されたスweep信号の周波数パターンと等化の基準信号と、図9の(p)に示す受信信号との相関演算を行う。この相関演算は、図9に示すように、相関演算を開始するサンプル点を、順次ずらしながら、1シンボル期間における相関値のピークを検出するものである。

【0024】例えば、相関演算開始点を、 $k=0$ から $k=14$ まで順にずらしたとき、その相関演算結果をプロットすると、図9の(r)のようになる。ここで、横軸はサンプルポイントで、縦軸は相関値である。また、図10は、図9の(r)を拡大したものである。仮に本実施例の受信部において、 $k=7$ の点に鋭いピークがあるとき、受信部において正確に同期再生されたとすると、図10の例では、 $k=7$ に鋭いピーク(最大値)を持つので、正確に同期再生できたことがわかる。ここで、この相関値は受信信号のレベルに比例する。また、雑音で相関値が小さくなることもある。従って、より確実に同期再生を行うため、相関演算のピークの値に、有意性があるか否かを判定する。

【0025】以下、図8と図10を用い、この有意性判定方法を説明する。図8において、受信されたデジタル受信信号は、スweep相関演算器2にて、前述のスweep相関演算が行われ、スweep相関値124が求められる。このスweep相関値124を図10のC1に示す。次に、図8のスweep相関ピーク判定器17において、スweep相関値124の最大値の大きさを判定し、スweep相関値に有意性があるか否かを判定する。このとき、スweep相関値の最大値の大きさの有意性判定に用いるしきい値は、前述のように適応形受信信号レベル判定器14の遅延器7の出力である遅延受信信号電力値を用い、乗算器9でレベル変換したものである。ここで、上記しきい値を可変する理由は、受信信号レベルに比例してスweep相関演算結果が変化するためである。

【0026】すなわち、基準の受信信号のレベルにおいて、図10のC4に示すしきい値が適していたとしても、受信信号のレベルが変動して小さくなると、図10のC5に示すしきい値の方が適することになる。そして最後に、同期検出器16において、上記ヌル区間判定器19からのヌル区間の有無を示す判定信号と、上記スweep相関ピーク判定器17の判定信号の両方を検出した場合に、送信部と受信部の同期が検出されたと判断し、

同期検出フラグ4を出力する。以上のような処理を行うことにより、受信信号の時間軸上の特定の時点を示すシンボル部分(ヌル区間)に雑音が混入したり、フェージングでレベルが変動した場合でも、誤った同期検出をすることがなくなる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、受信信号の電力の大きさを判定するためのしきい値を、受信信号のヌル区間を含まないデータシンボルの平均電力値に依り変化させるので、大きな雑音が混入したり、マルチパス・フェージングが発生し受信信号のレベルが変動した場合においても、ヌル区間を確実に検出することができ、悪条件の伝送路でも安定した同期検出のできるデータ伝送装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の受信信号レベル判定器の一実施例の構成を示すブロック図

【図2】本発明の動作を説明するための各部波形図

【図3】従来技術の受信部側の構成を示すブロック図

【図4】従来技術の動作を説明するための波形図

【図5】本発明の受信信号レベルとしきい値設定の動作を説明するための波形図

【図6】従来技術の受信信号レベルとしきい値の関係を説明するための波形図

【図7】受信信号レベルとしきい値の関係を示すグラフ

【図8】本発明の他の実施例の構成を示すブロック図

【図9】本発明におけるスweep相関演算の動作を説明するための波形図

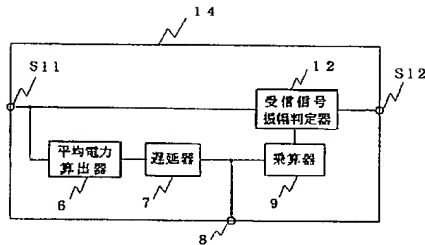
【図10】本発明におけるスweep相関演算の動作を説明するための波形図

【図11】本発明の平均電力算出器の一実施例を示すブロック図

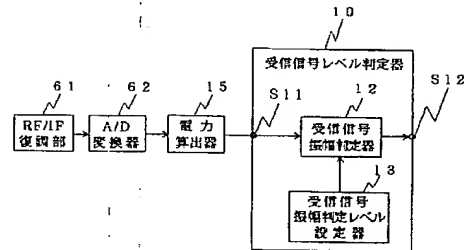
【符号の説明】

1：デジタル受信信号、2：スweep相関演算器、6：平均電力算出器、7：遅延器、9：乗算器、12：受信信号振幅判定器、14：適応形受信信号レベル判定器、15：電力算出器、16：同期検出器、17：スweep相関ピーク判定器、19：ヌル区間判定器、31：電力算出器入力端子、32：初期化信号、33：電力算出器出力端子、34：加算器、35、37：フリップ・フロップ、36：除算器、61：RF/IF復調部、62：A/D変換器、114：しきい値確定区間、115：ヌル区間。

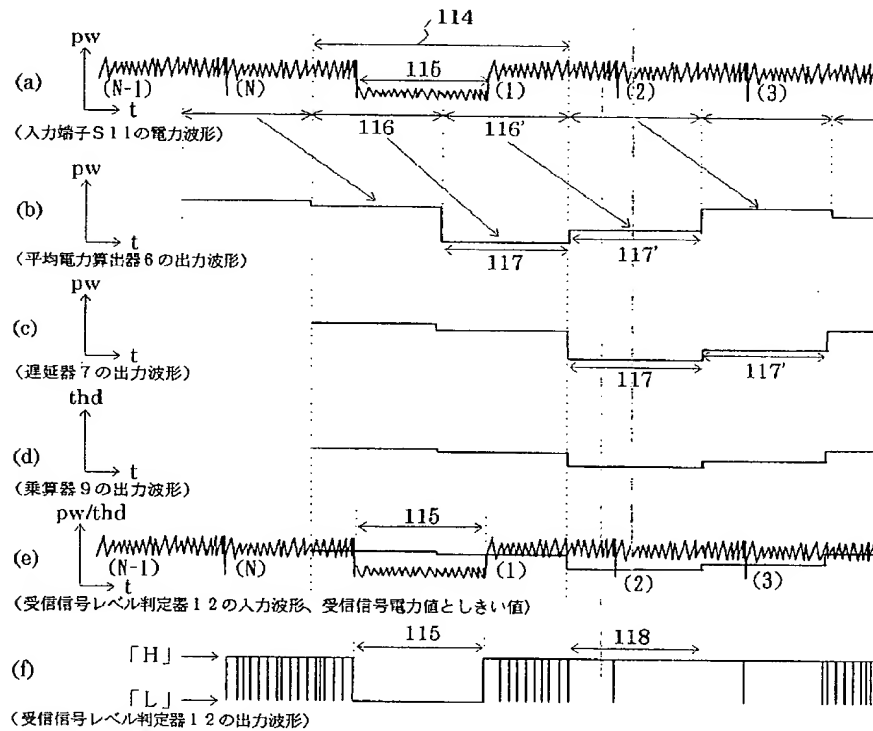
【図1】



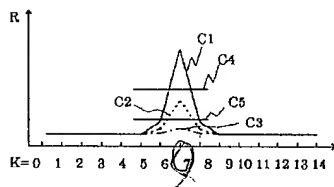
【図3】



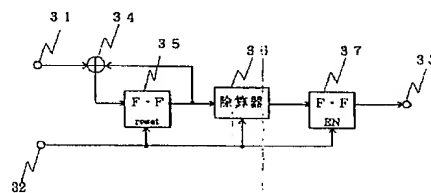
【図2】



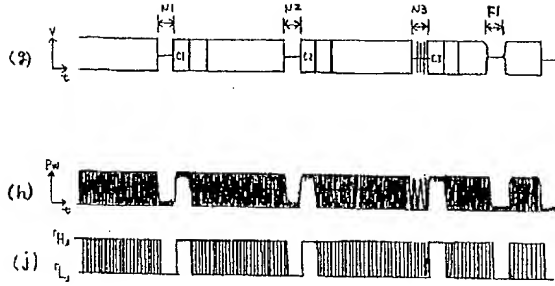
【図10】



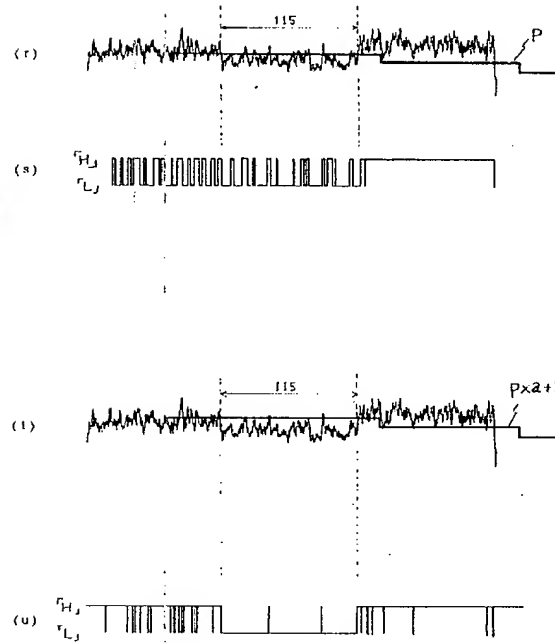
【図11】



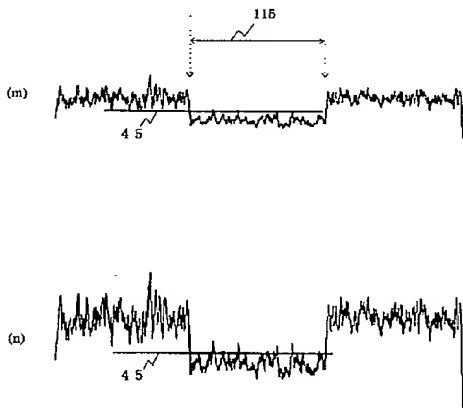
【図4】



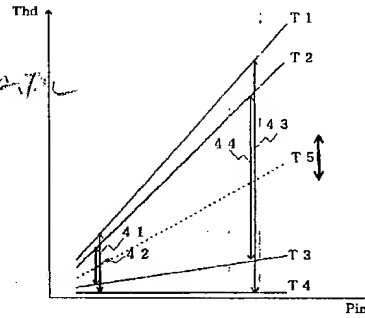
【図5】



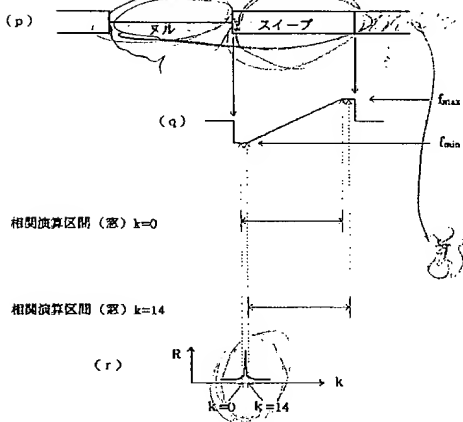
【図6】



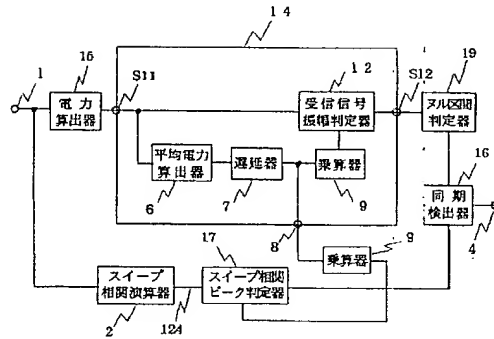
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 塚本 信夫
東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式
会社小金井工場内